

第4章 地域特性とアグロフォレストリー

熱帯とは南北両回帰線に挟まれ、しかも年平均気温が 20℃以上で、年間を通して温度変化の少ない地域のこととされている。しかし本書のアグロフォレストリーではもう少しこの範囲を拡大して亜熱帯や高地熱帯の事例も含めている。したがって以下の地域区分における熱帯アジア、熱帯アメリカ、熱帯アフリカも大陸別の地域を意味する程度に解釈していただければ幸いである。

さて上記三熱帯の違いでもっとも大きい点は熱帯アジアと熱帯アメリカの両者は気候的に見て湿潤熱帯であるが、熱帯アフリカだけは乾燥熱帯ということである。いずれの熱帯域にも熱帯雨林があり、そこが湿潤なのは当然であるが熱帯アフリカの場合は熱帯域の全面積に比べて湿潤地帯が極めて少ないのである。また歴史的な背景をみても熱帯アジアではヨーロッパのなかでもイギリス、フランス、オランダなどのほかアメリカがほんの半世紀前まで手中に収めていたので言語はもちろんのこと生活習慣までそれぞれの国で違っていたのである。ところが熱帯アメリカの場合は殆んどのが国がスペインの統治下に置かれていたのでその文化が今も残されている。ただ大国ブラジルだけがポルトガル領であったが文化的には周辺国と相通じるものがあり、相互間にはそれ程違和感がある訳ではない。熱帯アフリカについてもイギリスやフランス、ドイツなどが宗主国ではあったが先住民の生活や文化の中に西欧文化や宗教がラテンアメリカのように浸透していなかった。文化人類学的には素人の筆者が各地域を歩んだり住んでみて感じたのは熱帯アジアには根本的に東洋人の文化や社会が存在するのに対して、熱帯アメリカにはカトリック教をベースにした欧米文化が一般的に存在するように思われる。しかし熱帯アフリカには今も、種族を中心とした黒人社会が存在し、同じ国内にも多くの宗教と異文化が栄えていて、ヨーロッパ文化が定着しているところはないと言っても差しつかえない程である。それだけにアグロフォ

レストリーを地域別に比較してみるのも興味あるように思われる。

1 熱帯アジアのアグロフォレストリー

(1) 地域の特徴

熱帯アジアは湿帯熱帯と呼ばれているように年間降水量が多く、赤道付近では熱帯多雨林が存在し、北に向かって乾季を伴う地域が増して行く。またフィリピンをはじめインドネシアのように火山灰に覆れた肥沃な土地や概して農地に適した地形の土地も多いため、かなり早い時代から森林は開発されている。しかも多くの島々は木材を海外へ輸出するための港にも恵まれていた。したがって焼畑もさることながら森林はより早く木材資源として利用するために伐採されるという結果を招いている。国有地と焼畑農民（移動耕作農民）との問題は深刻で、アジア、太平洋地域の山地では休閒期の短い移動耕作が繰り返されて土地劣化の一つの原因ともなっている。これらの理由から土壌の流亡も激しく、この地域の土地の80%が干ばつや無機成分のストレス、排水不良、土壌の浅薄などの生産低下要因を持っていることが明らかにされている。なかでもヒマラヤ山系での薪炭材採取や家畜の増加によってもたらされている生態系の劣化は下流域のインドやバングラデシュにも洪水その他の被害を例年もたらせている。

年々、土地面積に対する人口の比率が各国で高くなり、人口増加の圧力が急な山岳地での営農、樹木の過度の伐採、山火事などを起している。アジア、太平洋地域の農業人口は世界の農業人口の69%にも達しているのに用地については世界の28%で、1人当りの農業用地は0.27haと計算され、他の地域のそれが1.64haであるのに比べるといかに狭いかわかる。

熱帯林の特徴の一つとして、この地域にはフタバガキ科の有用樹木が多数生育していて、伐採の対象となっていたが、その跡地の更新は本来

天然更新によって再生されるものと期待されていた。しかし、劣化した土壌や長年の焼畑や火入れによって生じたチカヤ類の二次草原での造林成績は必ずしも良い結果を生むことはなかった。そこで早生樹種の導入が図られることとなり、近い将来のパルプ材生産を目指してきたが、これとて成長量のわりには収量の少ないことが各地で明らかになってきた。ただ、そのような中でチークやユーカリ類では成功した所も見受けられた。しかも熱帯アジア各地の森林には熱帯性タケ類が混生しており、地域産業として中広い利用が行われる可能性を秘めており、焼畑跡地における2次生のタケも早急に活用を図る必要がある。

しかし、この地域では土壌や土地の退化や肥沃度の回復が早急に求められなければならない状況にある。本来、アジア地域にはヒマラヤの高山帯からインド洋や南太平洋の島しょ部にいたる広範囲な地形や地質を擁している割りに持続的農業生産の可能性は14~18%しかないといわれている。その理由としては80%以上が干ばつ、養分不足、浅い土壌層、排水不良などの生産低下原因を持っているからである。なかでもヒマラヤ山地にかかる地域で、薪と木材利用を基盤とした人間生活と家畜



写真15 樹林に囲まれた狭い土地で野菜を栽培する農家

(ホアイシー、ラオス)

飼育の関係は集水域の土壤退化をもたらせ、幾多の問題を下流国にまで及ぼしている。例えばインドでは年々500万ha余りに及ぶ洪水が300万ha近くの農地に被害をもたらせ、パキスタンでは傾斜地農業の開発と移動畜産農民の過放牧が上地の劣化を起こしている。さらに山地における休閑期の短い焼畑移動耕作が各国で見られるのはもとより、急地形での耕作、樹木の過伐、山火事などが集水域劣化の原因となっている。

(2)アグロフォレストリーの形態

アジア地域で見られるアグロフォレストリーの形態には多くの地域が湿潤熱帯であるということから、あらゆるシステムのものが見出される。その代表的なものを幾つか示しておくこととする。

1) 混農林、農林複合方式(Agri-silvicultural system) 農作物と樹木

初期のアグロフォレストリーであるタウンヤ(Taungya)方式では樹木が整然と植栽されるとその後に農作物が一時栽培される生産中心の土地利用法であるが最終目標は生産(経済)林化にある。ただ、数年間は農家の家族に収入と生活の安定性をもたらすが農家にとって土地所有権が保障されないという欠陥もある。例として新タウンヤ方式、ツンパンサリ方式がある。また、樹木との間作(Intercropping)方式では下植え(Underplanting)、小道植えまたは列間植え(Alley cropping)、生垣囲い植え(Hedgegrow planting)とも呼ばれ、5~10mの間隔を空けて植えられた樹木の列間に農作物が植えられる。樹木が十数年単位で収穫されるのに対して作物は通年的に収入があるので農家にとっては都合がよい。主な利用作物としては以下のものが多い。

- ① 換金作物 … コーヒー、カカオ、丁香、胡椒、ニッケイ、ナツメクなど
- ② 香辛(薬味)作物 唐辛子、ショウガ、キンマ、ウコン、胡椒、ニッケイなど

- ③ 果実作物 ・バナナ、パイナップルなど
- ④ 根菜類 ・…キャッサバ、ヤム、サトイモ、サツマイモ
 など
- ⑤ 穀物類 … メイズ、ソルカムなど
- ⑥ 食用豆類 … 落花生、大豆、カウピー、シカクマメなど
- ⑦ 食用油類 … ゴマ、トウモロコシなど
- ⑧ 食用草類 … パクチー、ニラなど

上記のいずれの作物も日陰に耐えられる種では生産量の増加が期待できるが穀物類や落花生などのように日陰を好まない作物では日陰とならない樹種との混植が行なわれている。

Alley cropping では *Leucaena leucocephala* や *Gliricidia sepium* を列植し、作物の植えつけ中はこれを刈り込んで日が当たるようにする。刈った枝葉は土壤上に敷いてマルチとして土壤を肥沃化させるのである。

ii) 混牧林、林畜複合方式 (Silvo-pastoral) 樹木と家畜

これまで家畜を放牧することが多かったが農地の増加によって家畜が畑に侵入して被害を与えるようになった。このため家畜の管理として飼料の有効利用と牧場の設定の必要性が認識されるようになった。

iii) 農家林、農家園 (Home garden, Forest garden, Homestead garden)

作物と多様な樹木類

熱帯アジアの景観の一つとして水田の中にある土地に農家があり、その周囲には自家用の菜園、バナナ、ココヤシ、香木、果樹、樹木などがある。つまり、緊急の場合でも自給できるというメリットを持ったこの種のシステムはバングラデシュ、インドネシア、タイ、ミャンマーなどで見られ、全体では数百万 ha にも及ぶといわれている。

iv) その他

水産と樹木を組み合わせた Aqua-forestry はマングローフ林と養魚や海老の養殖を組合せてタイ、フィリピン、インドネシアで行なわれている。

(3) 熱帯アジアでの実態

この地域でのアグロフォレストリーの定着がみられたのは 1856 年にチークの再造林を行なうにあたってミャンマーで U Pan Hle が実行した農作物との混植が最初とされている。この方法が高く評価されて、その後、インドやインドネシアでも続いて行われたが、いずれも小規模で、個人が優先権を持ったものだった。やがてこのタウンヤ法は放棄されてしまったが、その理由は樹木が育つにつれて農民は農作物の栽培ができなくなり、林地に立入ることもできなくなったため、農民らはこの方法に不満を感じるようになり、農作物だけの単作を始めたからである。

その後、各国が順次独立して、経済の自立を図るために森林資源の伐採と売却が行われ、熱帯林の急速な減少がもたらされた。しかし、その後の造林面積は少なく、森林の再造成よりはむしろゴム、ココナツ、アブラヤシ、パイナップル、バナナなど多種の有用作物栽培が活発に行われるようになり、土地利用の様変わりが各地で見られるようになった。

この地域にアグロフォレストリーが再度浮上するようになったのは 1978 年に ICRAF が設立されてからである。それは各国がアグロフォレストリーの意義を考えるとともに国情や地域に応じたシステムを作り出すようになったからである。

アジアの各地域におけるアグロフォレストリーの実態はつぎの通りである。

1) 南アジア地区

所有面積が小さい上に、土壌の劣化した土地に追いやられている貧しい農民に樹木の植栽費用を政府が負担し、代りに保育管理は農民に行わせる方法がとられている。例えば所有者は樹木の保

育を行うための補償として10年間、毎年一定額を受取ることができる。もちろん作物栽培による利益は農家の収入となる。といった例のほか自家農園（ホーム・カーテン）ではユーカリ栽培をしたり、北インド地方では改良ポプラの造林を行ってインドの貧困農民から喜はれたが、逆に裕福な農民には支援がないため反対され、長期的には成功しなかったようである。ハングラデシュ、ネ



写真16 小麦とユーカリ樹によるアグロフォレストリー

（ペシャワール、パキスタン）

パール、パキスタン、スリランカといった国々では社会林業がとりあげられ、パイナップル、バナナ、タケなどの収穫に要する期間が短い作物やグアバ、ジャックフルーツなどの果樹とチークの組合せが見られる。パキスタンの半乾燥地帯ではコムギとポプラあるいはユーカリ、ソルガムとプロソピスの組合せがある。ここで使われているプロソピスは *Prosopis cineraria* で飼料不足に悩まされている地方の農民にとっては栄養価の高い飼料源となっている。これはまた、家畜に日陰をも与えることのできる樹種であり、作物とも共生的に利用できる」と評価されている。

ただ、プロソピスはアフリカにも見られるが、その種の多くは中南米原産であり、導入したものであれば成功したものの一つといえる。

ii) 東南アジア

インドネシアではタウンヤ法による各種の組合せのほか多種多様なアグロフォレストリー・システムが実行されている。例えば、幼齢木の間に陸稲やトウモロコシを栽培するもの。チークの植栽を行うとともに、下層部に薬用植物を栽培するものがある。この場合薬用植物の種類にもよるが、短期的なもの長期的なものがある。さらにチークと燃料用のアカシアを混植していることもあるが、これはアカシアが短伐期ということから、チーク材の収穫が長期間を必要とするため、中間収入を得るための方法であり、一見、アグロフォレストリーとは呼びがたいように思われるが、主目的がチークで伐期が異なる組合せだからあえて、アグロフォレストリーと解釈しているようである。

インドネシアの Perum perhutani（造林公社）はジャワ島で集約的タウンヤ法やツンパンサリを行っている。これは従来の植栽木の間に農作物を栽培するタウンヤ・システムを改良したもので、施肥や農薬を投入して集約化し、陸稲やチークの収量を増加させるだけでなく、森林地帯の周囲に燃料木を植え、あるいは村落の近隣地域では燃料木を防火線状に植えて、村民には植林のための支援活動を政府が行なっているとしている。もっともここでは種子や切り株は村民に与えられるのでこれを持帰り、種子は植栽用に、切株は燃料に利用している。敷地内に燃料木を植栽することが奨励されているからである。この他ジャワ島では社会林業(Social forestry)も行なわれているなど、とにかく多彩である。

フィリピンでは移動焼畑農民（カインギネラス）をある特定の土地あるいは場所に定住させるために社会林業を行ったり、タ

ウンヤ法を取り入れたルセナとトウモロコシの列間植栽などのほかにも苗畑造成を行なって農民に苗木を分譲している。

タイ国では Forest village の造成を各地で行なって多くの人々を入植させて成功している。そのあらまは政府がまず入植者に住居を提供するほか農耕地を一家族当たりにつき 2.5ha 貸与している。人居者には給水、道路、学校、などの他、簡易インフラ整備や作物販売の援助も行なっている。その代わりに住民は森林造成に従事し、10 年間樹木を保育する程度の面積の中央に生活拠点となる村落が設けられる。その他の条件としては家族の中の一人は終身森林造成のために従事でき、また、最初の 3 年間森林の作業に従事すると村民はボーナスを得る権利が出来る。さらに最初の 3 年間で 1.6ha のタウンヤを継続すればその村民には毎年ボーナスを得る権利が与えられる。と言ったような各種の奨励策をとっている。

中国では 1950 年初頭に森林伐採が急速に進み、その結果、広域的に裸地や劣悪不良地が生まれ、一部で砂漠化が進行してきた。このため、防風林を設け、670 万 ha の農地と 340 万 ha の牧草場が保護され、地域の産業発展に貢献している。この防風林が設置されている地域ではトウモロコシ、大豆、ソルガム、ミレットに増収が見られたと報告されている。

東部で人口密度の高い中国も、西部や中央内陸部では農地の周辺や常風地帯での防風林の造成、樹林と農作物の間作、道路ぎわや河川敷への並木造成、住宅の周囲への植栽などアグロフォレストリー・システムはもちろんのこと緑化によって農民の生活水準の向上を図ることで、最近顕著な成果をあげている。そこに導入される樹種として桐が多いのが特徴である。また南部ではゴムが多い。

韓国では森林の大半が民有地であるが、これまでアグロフォレ

ストリーと呼べるものはとくに存在していない。しかし食用の果実と木材を利用するための栗の木、チョウセンゴヨウとその他のマルチパーパス樹木の植栽などがある。

韓国と同様に熱帯地域と直接関係のないわが国においては各地で19世紀の前半から20世紀中頃にかけてスギやヒノキの造林に際して焼畑造林が行われ、火入れの後植栽前後にソバ、オカボ、カフなどの作物が作られてきた。また今日ではスギ林内にオウレンを栽培したり、シイタケ栽培を行なうなどタウンヤ式のアグロフォレストリーを見出すことができる。参考までに記しておくことにする。

iii) 太平洋島しょ国

この地域の国々では主食にヤムイモ、タロイモ、バナナを食べている。このため、食糧用作物や菜園の混作が多くみられる。サモアではタロイモやヤムイモをエリセリーナ属の樹木の間作として栽培している。パプアニューギニアではサツマイモ栽培地にマメ科のルセナを植栽したりコーヒーやカカオの庇陰樹としてユーカリやルセナを植栽している。ソロモン群島でも同様に、小規模なアグロフォレストリーが行われている。

このほか南太平洋の諸国ではココヤシの林の下にイモ類、キャッサバ、タロイモ、バナナ、コーヒーなどが栽培されているほか、ココヤシ林内に水牛を放ち、糞尿を土壤に還元して、雑草を牧草代りとするようなシルボ・パストラルも散見することができるが、概して土地面積の少ないところでは休閑期を減らせて農作物を収穫できるようなアグロフォレストリー・システムの確立が必要となる。

2 熱帯アフリカのアグロフォレストリー

(1) 地域の特徴

熱帯アフリカの面積は熱帯アジアの面積のほぼ2倍であるが、北回帰線から南へ向ってサハラ砂漠やリビア砂漠が広がっているのみならず、さらに南に向って半乾燥地のサバンナが存在している。したがって森林の多くはサバンナ林、疎林であって、他の2つの熱帯地域とは異なっている。しかしながら、東アフリカではケニアやタンザニアの一部に森林が標高の高い1500m以上のところでみられる。また西アフリカではギニア湾に面した各国、すなわち、リベリア、コートジボアール、カーナ、コンゴ、カメルーン、ナイジェリアなどに森林があり、海岸線に近いほど雨量も多くなっていて熱帯雨林もみられる。



写真17 サバンナでも潤沢なキリマンジャロの伏流水によって庇陰樹の下でコーヒーの栽培が行われる（アリュースシア、タンザニア）

このように大陸の内部に広大な砂漠やサバンナなどがあって植物資源が少なく、バイオマス生産の低い地域が存在する一方、最近では疎林地帯での人口増加が激しく、生活エネルギー用の薪炭材の利用や、伐採量の増加に伴って砂漠化が進行している。こうしたことが薪集めや水汲み

に日常生活の大半を費やしてしまわねはならない婦女子の労働を苛酷なものとし、社会的な問題となりつつある。地域によっては家畜の糞さえ燃料にされている。

地下水の汲み上げや灌水による水問題は単に住民の生活だけに留まらず、砂漠化による地温上昇などと相まって、近年、各地で土壤の塩性化が現れるようになり、それでなくても少ない植物の生存をより危うくしている。すなわち、全ての土壤には微量の塩類が含まれているが、いつも降雨のある地域では、これらの塩分は重力水となって流され、地下水に入るか、河川へ押し出されて、いずれは海へ運はれて行くことになる。この場合はいずれも塩分が土壤に蓄積されることはない。しかし降雨量が少なくて蒸発量の多い乾燥地域では土壤中の塩分が多くなり、場合によっては土壤の12%を占めることもある。塩性化は土壤中の塩分のバランスがくずれると生じ、作物の根の部分に塩分が蓄積したり、さらにこれが進行すると地表に塩の白い層が浮上り、植物は生育できなくなる。水分中にナトリウムや火山によってもたらされる炭酸ナトリウムを含んでいると、更に悪くなり、土壤はアルカリ化してしまう。



写真18 遊牧の牛が通り過ぎると少ない植生が一掃されてしまう。

(カノ、ナイジェリア)

また農業で常に灌漑するときは乾燥地でも塩性化をもたらす原因になるともいわれている。排水のよくない土地での灌漑は当然地下水位の上昇をもたらせるので土壤中の塩分は地表に運ばせるということになる。パキスタン、エジプト、イラク、インド、アルゼンチン、ペルー、アメリカなどでも塩性化は起っている。

熱帯アフリカにおける大きな問題は遊牧による牧畜が行われていることで、ただでさえ少ない植生が多くの家畜によって食べられてしまうため植生回復ははかばかしくなく、砂漠化への道を急速に突っ走らせていると考えられる。

植生が脆弱になりつつあるにも拘らず家畜の頭数が増していることもこの地域の特徴であるが、家畜として決して胃袋が満たされていると思えないのは痩せた動物の多いことから判断できる。

(2) アグロフォレストリーの形態

熱帯アフリカで実施されるアグロフォレストリーの形態を考えると、導入する地域の環境によって住民が好んで利用する植物が違ってくるはずである。思いのほか乾燥するサバンナでも遊牧民が牛を追っているので、半乾燥で生育の可能性のある樹木、例えば薪炭材と作物の組合せが実施されたり、数ヶ月のみの乾期を伴う半乾燥地では樹木と牧草の組合せ、常風地帯や高地で雨の降りやすい場所でのシステムの実施が見られる。アラビアゴムモドキ、セネガルアカシアなどタンニンやゴムの採取できるマルチパーパス樹種が各地で利用されていたりするがシステムのバラエティーは限定される。

1) 混農林 (Agri-silviculture) 農作物と樹木(薪炭材)

天然性の樹木がランダムに残されていて、その樹間に作物が作られるタウンヤ法の一例としてシャンバ法が導入されたり、庇陰樹の植え込みとコーヒー栽培が行なわれたり、等高線沿いに樹木を植えて土砂止めしながら作物栽培を行なうなど各種の形態が取

り入れられている。また、成長の早いユーカリを防風帯 (Shelter-belt) として設置し、樹林による防風効果が土壌水分の抑止をもたらせて農業を可能にさせている。半乾燥熱帯における風衝地ではこの両者は切り放せないものである。

ii) 混牧林 (Silvo-pastoral) 牧草と家畜飼料木 (Browse tree)

混木林のようなアクロフォレストリーは一部で見られるのみで、アフリカの場合は所有権の明確でない土地での放牧が盛んである。多くの土地では天然木が保護されていて家畜の休息地になったり、高タンパク質の飼料や果樹が植えられることもある。メイズやミレットの茎や葉も家畜の飼料となるのが普通だけに家畜の遊牧は土壌の退化が激しくなる一方である。このため最近では他人の家畜の侵入阻止だけでなく土地の権利や境界を明確にするために生け垣や生木の柵を設けることも行なわれるようになり、囲い込んだ内部で安心して農作物や牧草を育てている風景が各地で見られるようになってきている。

iii) 自家菜園と村落林業 (Home garden and Village forestry)

熱帯アフリカでは住居近くの小さな土地でも散水しやすいと野菜、香辛作物、薬用植物の菜園として利用することが多く、土地が少しでも広ければ換金作物、燃材木、果樹などが栽培されて食料の確保や現金収入源にしている。雨量の多い高地山岳地帯では特に自家菜園や Alley cropping の形態を持ったものが多い。また、村落や部落単位でピーナツ、イモ類、マメ類などの農作物と果樹や薪炭樹種がランダムか列条に植えられて村民による共同管理が行なわれている。こうした Village forestry は Community forestry とか Social forestry という言い方をしているところもある。

(3) 熱帯アフリカでの実態

広大な大陸だけに個々のアグロフォレストリー・システムの実態を網

羅することは困難であるが、前述したように熱帯雨林はキニアから東および南ザイールにかけての沿岸地帯やコンゴ川流域、東アフリカと南アフリカの一部に存在するのみで他の地域は全般に乾燥地もしくは半乾燥地のサバンナ地帯である。したがって湿潤熱帯と乾燥熱帯に対応できるアクロフォレストリー・システムが存在することと、ケニアにある ICR AF の指導で効果をあげている国々もある。

ナイジェリアでは集約化された一時的な移動耕作によるタウンヤ法が行われていて、農作物には食糧生産に基づいた植林がみられる。当初は 1920 年代の後半にサポバ州で実施したところ成功裏に事業が進んだため、その後も各地で、まず農民に小区画を割当てることにより彼らが樹木の伐倒から地拵えを行ない、雨期に入ると直ちに農作物を植えつけ、その後に山地局の作業員が植林するかあるいは個々の農民に苗木を与えて植林させてきた。苗木の養成に関わること以外の作業については農民の自己あるいは自家労働力によって進められ、3 年目まで農作物の栽培が許可される。植栽後 2 年目からの樹木に対する管理作業は山林局が行なう。このようにして耕作ができなくなると新しい土地が割当てられる。作物は多種でヤムイモ、キャッサバ、ピーナツ、メイズ、マメ類、トマト、コショウなどがあり、永年作物は許可されない。

ナイジェリア国内の南部にある半湿潤地域で IITA（国際熱帯農業研究所）が実施した *Leucaena leucocephala* や *Glinicidia septum* をヤムイモの支柱とし、ここにメイズの栽培をアレイクロッピングで行なったところ、ルセナの枝葉がマルチとなって土壤の肥沃化が起り、メイズの収量が大幅に増大した。すなわち、10 トンの枝葉を土壤にマルチングしたところ 1 ha あたり 13~32 トンの増収となったために大きな関心と呼んだことが知られている。

シェルターベルトについては樹林帯の巾と高さによって防風効果がかなりあることは北部の半乾燥地帯で大規模に行なわれた結果からも明らかで、これについてはすでに述べたところである。

タンザニアでは傾斜のある中高地で耕作を行なう際に等高線に沿って樹木を植え、その樹間下にレモングラスを栽培する FAO のプロジェクトがある。こうした樹木の植栽を行なっても表土が流出するので下部に溝を掘り、集積した土を再度耕地に還元している。溝掘りと樹木植栽には労力が必要であるが恒久的な耕地造成には有効な方法であるだけに、果樹、有用樹木といった利用価値の高いものの植栽が望まれる。植生帯の中と傾斜による土壌についての D ROCHELEAU らの報告は以下の如くである。

表－3 山地傾斜と1植生帯の中とその間隔

傾斜 (%)	植生 (樹林) 帯の中 (m)	植生 (樹林) 帯の間隔 (m)	
		浸食されやすい土壌	浸食されにくい土壌
5	15	45	80
10	20	35	70
15	30	30	60
20	40	26	53
30	60	23	44
40	80	20	36
50	100	17	30
60	120	14	26

ガーナでもタウンヤ法が用いられていて、トウモロコシ、ヤムイモ、バナナ、野菜類がターミナリア、チーク、セドロなどの樹木と組合せられている。

スータンでは古くからアラビアゴム (*Acacia senegal*) が植栽されてきたが、それは①刺のある枝が家の垣根として使える ②樹幹は建築用とし、枝は燃料となる ③マメ科だから土壌の改良に役立つ ④枝葉は飼料となる ⑤列状植栽すると防風林として使うことができるなどの利点があるからだといわれている。経営方法としては 25ha を四等分し、食糧生産地を四分の一、残り四分の三はアラビアゴムを年次毎に区分して植栽している。

ケニアでは農作物を間作物として取入れて造林を実行するシャンバ法

が広く行われている。すなわち、国有林の造林対象地を農民に貸し、2ヶ年間の耕作を認める。3年目には針葉樹を造林し、さらにその後の3年間の農耕を許可するものである。樹木はマツ、サイプレスを、作物としてはニンジン、ジャカイモ、マメ類、メイズなどで他の国と大きな違いはない。なお借地料は毎年更新する。このほか燃料、果樹、飼料木などが使われる。

広大なサバンナ林を持つこの国では今日でも耕地のなかに点々と天然性の樹木が残されている。しかし、所によっては人工で植栽されることもある。標高 1,000m 以上では *Cordia abyssinica* や *Grevillea robusta* がコーヒー栽培の庇陰樹として利用されている。農家菜園では果樹が好まれて植えられており、換金作物が概して多く見られる。ケニアに隣接したタンザニアでは Community Forestry として集落(ウジヤマ Ujama)を核としたタウンヤ法がよく見られ、樹木には燃料が活用されている。よく植栽されている樹種として、*Cassia siamea*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus* spp などである。一般農民は雨季に入ると耕作可能な場所に素早く畝を作り、トウモロコシ、豆、カボチャなどの種子を播く。その後を追うよ



写真 19 生活エネルギー用の薪運びは女性の重労働の一つでもある
(ムエンベ、タンザニア)

うにしてユーカリの苗木を植栽する。この間の数年間は作物の収穫は可能であるが、5～6年もすれば樹冠はうっ閉して林内への光が通らなくなるため自然に農地は減少することになる。もともと植林地域と決められている土地でも村民の生活のためには町や州でも黙認することが多いようである。高地では自家農園も多くみうけられる。苗畑造成による養苗と苗木の供与によって植林する場合も多く、農民が苗木を買っている姿もみられ、こうした樹木の列間にメイズを混植し、小さな農地を有効に使おうとする意欲がみられるが、これも「一本伐ったら三本植えよ」と教えた故ニエレレ大統領の精神が今も生きているからたと言えよう。

このほかザイール、カホン、カーナなどでもタウンヤ法によるシステムが見られるか、植林そのものがこれらの国々にとっては国家事業としてよりも1人1人の生活に影響を与えるほどのインパクトを持っているだけに真剣に取り組んで行く姿勢を伺い知ることができるのである。



写真20 インガの樹陰下で栽培されるカルダモン

(タペロア、ブラジル)

3 熱帯アメリカのアグロフォレストリー

(1) 地域の特徴

熱帯アメリカにおける森林地帯の開発が低地から進んだのはスペインやポルトガルによる侵略と征服が始まってからのことで、それ以前はむしろ南米を中心としたアンデス地帯で栄えた先住民インテオのインカ族文明と農耕、その後のクアテマラからユカタン半島にかけての農耕民族であるマヤ族の文明、さらにメキシコ高原を中心に栄えたアステカ人の農耕文明といったように、先住民の多くは風土病や疫病が少なく気候風土の良い高地帯で生活をしてきた。これらの先住民の文明はやがて滅ぼされる運命を辿ったが、他の地域と異なってアマゾンの低地帯のみが今日まで自然状態を取り残してきたのは生活条件が悪かったためである。このように本地域の各国には低地のほかに丘陵地帯を含む高地台地が存在し、両地帯がそれぞれに開発と発展を遂げていったのである。なかでも高地帯は有用作物であるコーヒーを栽培する条件に適していただけでなく、温和な気候が人々の生活条件を満たすものであったために、時代とともに定住する人々が増加して一層地域開発が進んでいったといえる。ただ、現在も熱帯高木林の46.4%が熱帯アメリカに存在し、残りの17.3%が熱帯アジアに、36.3%が熱帯アフリカに残っているといわれるが、この熱帯アメリカの森林面積の広さはアマゾン川やオリノコ川流域にまとまって残っているからであって各地にあるというものではない。南米の西岸部のアンデスには雨量の少ない地帯があり、亜熱帯地域には草原が広がっているために熱帯アフリカよりも植物生産量はおおいが熱帯アジアにはとても及ばない。熱帯林のなかの針葉樹の大半を占めているマツ類がこの地域に植林されているのも特徴で、その代表種としてカリビアマツがある。

標高による作物栽培区分が明確で、例えば低地帯ではバナナやサトウキビ畑として早くから農地化してしまい、カリブ海沿岸のジャマイカ、

ハイチ共和国、ドミニカ共和国、さらにエル・サルバドルといった国々では農地としての転用が早くから行われたために森林は殆んど消滅してしまっただけの状態にある。また標高が高くなるにつれてカカオやコーヒーの栽培が盛んとなっただけでなく、丘陵地や平地の多くが牧場として利用されている。おまけに私有地も多いため、農耕に対する熱意も高く、生産性の向上が常に図られている。それが地域全体にアグロフォレストリー導入の素地を作り上げているともいえる。

(2) アグロフォレストリーの形態

この地域におけるアグロフォレストリーの形態は大きく分けて高地帯における混農林と低地帯における混牧林からなっている。もっともこの両者のいずれもが両地帯で絶対的なものではなく、適宜混っているのはもちろんである。混農林のなかでも各国の高地帯で広く行なわれているのが樹木とコーヒーの永年の組合せであり、同様に低地帯では樹木とカカオの組合せがみられる。低地帯でのバナナの大規模栽培ではあまりアグロフォレストリーの形態はとられていないが、小規模の栽培では樹木と混植されているのをよく見掛ける。一方、低地帯での混牧林は概してこれまで大規模な囲い込みと野草による飼育が主であった。しかし、最近では生垣による柵作りや牧場内の小樹林地作り、さらに果樹の導入による土壌保全と土地の多目的利用を考慮した仕方に変わりつつあるところがある。

アグロフォレストリーの形態としてはこれまで述べてきたあらゆるものが見出される。以下に項目だけを明示しておくことにする。

- 1) 混農林(Agri-silviculture)・・・ 単年作物と樹木、永年作物と庇陰樹、その他の組合せ

農作物としてはフリフォーレスおよびその他のマメ類、メイズ、イモ類などとマメ科の樹木、コーヒー、カカオと庇陰樹、香辛作物と樹木、香辛作物とパーム類

- ii) 混牧林(Silvo-pastoral)・ 牧草や野草と樹木、牧草とマメ科樹木の混植、牧草と果樹、放牧と生垣柵、枝葉の飼料とマメ科樹木の組合せ、プロテイン・バンクなど
- iii) 列条植栽 (Alley cropping) 作物と樹木の列条間作としてメイズとマメ科樹木、マメ類とマメ科樹木など
 なお、生垣として *Gliricidia sepium*, *Erythrina* spp、カシュナッツなどがよく利用される。



写真 2 1 クロブの幹にバナナをよじ上らせ、地面にはパチュリ（香辛作物）を組合わせた例（タペロア、ブラジル）

(3)熱帯アメリカでの実態

この地域の各国はコスタリカにある CATIE での研修会や指導を通してアグロフォレストリー・システムを習得している。従って、各国とも研究レベルにしる、実践レベルにしる理論的な基礎知識を少なからず持っている。そのため、それぞれの担当者が必要とするシステムを構築するので、他の熱帯地域に比べて実践例は多く、充実している。

コスタリカのアグロフォレストリーを述べる前に、まず、CATIE で

のアグロフォレストリーの実情を見ておくことにしよう。

元来、CATIE は中米やカリフ 海沿岸諸国の小規模農家が抱えている農業問題に対して技術面から解決するための研究、教育、普及を行なう国際機関として発足したものである。その中でコーヒー、カカオ、果樹、



写真 2 2 上部に森林、中部にコーヒーと樹木のアグロフォレストリー、下部に牧場と生態系を考えた土地利用(アラフエラ、コスタリカ)

パーム類といった植物を中心とした農業のほか林業や畜産問題に取り組んでいる。ところが、この両者とも地域問題として農地の劣化、収穫の保続的安定、エロージョン防止といったことが共通しており、これらに対処するため、アグロフォレストリーの導入が考えられたのである。そこでコーヒーやカカオと庇陰樹の問題、土壌保全対策、牧草と果樹や樹木との組合せ、Alley cropping、マルチパーパストリー、各業種の収益と社会経済問題など多彩なテーマでアグロフォレストリーと取り組んでいる。

コスタリカ国内ではタウンヤ法としてコルティア (*Cordia alliodora*)、ユーカリ類、メリーナ (*Gmelina arborea*)、ターミナリアなどとトウモロコシ、あるいはトウモロコシとマメと樹木による一時的アグロフォレ

ストリーのほか、コーヒーやカカオと庇陰樹としてのエリセリーナあるいはインカ (*Inga spp*) などのマメ科樹木との組合せや果樹とバナナなどの永年の組合せがみられる。樹木の多くはマメ科のものが積極的に利用されて空中窒素固定による土壌改良と飼料としての利点が活用されている。とくに森林を伐開して新たにコーヒー園やカカオ園を造成する際は伐期前の有用樹種はそのまま残して図-9 で示されるような多層配置によるシステムが実行されている。

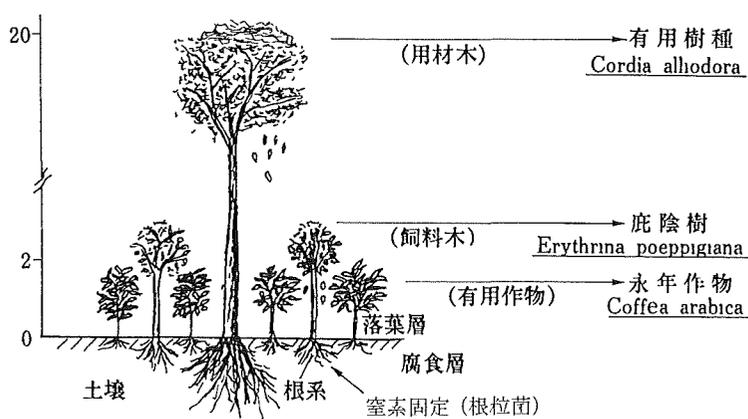


図-9 理想的な多層林型のアグロフォレストリー

畜産との組合せによる Silvo-pastoral では牧草と樹木、牧草と果樹、林内放牧などがある。また生垣柵としてはグリリセディア、エリセリーナ、ルセナなどのマメ科樹木の利用がある。

メキシコでは典型的なタウンヤ法としてトウモロコシやコーヒーとプロソピス、ルセナなどの組合せやプロシミアム (*Brosimum alcastrum*)、その他の樹木を飼料木として利用しているケースがある。

グアテマラ、パナマ、ニカラグアといったコスタリカの隣接国では C

ATIE の指導を受けて多くのシステムがみられる。とくにトウモロコシ、コーヒーその他の有用作物と庇陰樹との組合せでは数多くの樹種が利用されているがいずれもマメ科のルセナ、エリセリーナ、カシア、クレベリアなどとなっている。

グアテマラについてはまず先住民がかなり伝統的な生活を継続しているだけにアグロフォレストリーも確実なタウンヤ法がとり上げられていて、チーク (*Tectona grandis*) とトウモロコシの組合せがある。この国は火山国であるために農業も盛んで、食糧生産にも熱が入っている。西部の火山地帯は東部の平坦地に比べて土壌は肥沃であるが傾斜地も多く、土壌浸食や土壌の劣化がみられるだけにアグロフォレストリーに対する熱意が見出される。

ニカラグアでは南部に森林が残されているがマツの疎林も多く、土砂流出を防ぐために伐採制限があるので施業改善の余地は十分に存在する。この国はカシア (*Cassia siamea*)、ユーカリ (*Eucalyptus camaldulensis*)、ルセナなどを用いたシェルター・ヘルトも作られている。もちろん混木林による家畜の飼育がみられるのは当然である。

ホンジュラスはアグロフォレストリーの導入が遅かった国の1つであるが、COHDEFOR(森林開発協会)がFAOの支援のもとで牧場に有用樹種である *Cordia alliodora* を用いたり、生垣柵、コーヒーと庇陰樹の組合せ、タウンヤ法によるチークとトウモロコシの組合せなどが行なわれている。

つぎにカリブ海諸国に目を移してみると、ジャマイカでは東部のフルーマウンテン、ジョックロウのほか中央のコクピット地方、モントデアプロ、西部のドルフィンヘッド山に人工林があってカリビアマツが植栽されている。全体として流域管理、保全などとの関係からアグロフォレストリーが見直されている状態にある。またトリニダード・トバコでは森林の42.6%が国有林で10.5%は私有林となっている。この国有林の大部分が半落葉樹林と熱帯降雨林で、これ以外にサハンナ、スワンプ林など

がある。保護林も 12 万 ha はある。このような変化のある森林を有しているがアグロフォレストリーは約 65 年前にタウンヤ法が取入れられ野菜、マメ類の生産がチークやマホカニーとの組合せで行なわれてきただけでなく、マンクローフ林でも魚類の収穫にプラスになっているといわれている。

最後に南米の幾つかの国をのそいてみよう。カイアナには今も森林が多く存在していて、有用な商業用材も多いがアグロフォレストリーにはカリビアマツ、メリーナ、ユーカリ(*E. grandifolia*)、アカシア類が用いられ、土壌改良と治山を目標としたシステムが採用されている。スリナムでは今から約 20 数年前にタウンヤ法が森林局によって実施され、コルディアとイネ、セドレラ (*Cedrela angustifolia*) と麻、キャッサバなどが組合せられたり、飼料とカリビアマツなどが取上げられている。またベネズエラでも南西部地方でチークと農作物とのタウンヤ法が行なわれている。

これまでコロンビアでは伝統的なアグロフォレストリーのシステムは殆んどなかったが集落を単位とした地域開発を行なう目的で近年、国の行政組織が取上げている。例えば Bajo Calima 地方は高温多湿の熱帯雨林帯にあつて素材生産に従事している現地労務者と国有地の労務者である地域住民とによってコルディア、アルヌス (*Alnus acuminata*) などを庇陰樹としたコーヒー栽培が大規模に行なわれている。いわゆるコロンビアコーヒーの生産である。同様な方法はカカオでも実践されている。昨今はアグロフォレストリー・システムをより広く導入しようとの傾向があり、一般化している。それにはアグロフォレストリー推進のためにコロンビア大学、開発公社などが積極的に取組みつつあることからわかる。その一つがココナツの列植間にキャッサバを植えたり、セドロ林の植林初期にヤムイモを植えるなどのタウンヤ法がみられるからである。

エクアドルでは Agri-silviculture として森林を伐採後、火入れして裸地化し、その跡地にトウモロコシ、大豆、イモ類の作物を耕作し、数年

後に牧草が播かれて飼料地とされる。そして地力低下が起り始めると森林に戻されるため、森林の生産量も低くなっている。また急傾斜地の森林が伐採されるとトウモロコシやジャカイモが耕作され、数年後に森林に戻すタウンヤ法や *Silvo-pastoral* としての林間放牧も行なわれている。畜産の盛んな国だけに林地を利用した放牧には各種のシステムが考えられている。

ペルーは高地のアンデス地方とアマゾン流域の森林地帯、そして太平洋沿岸の低地乾燥地帯があり、多くの問題点のあることが指摘しうが、全般的に植林は低地帯で行なわれる。しかし総合的なアグロフォレストリーの導入や農・畜・林各産業を組合せた放牧システムも行なわれている。前者では永年作物としてコーヒーが、樹木としてはインガやグリリセディアのほかクアハなどが利用されている。

以上の概要でも明らかなように中米のアグロフォレストリーは標高の高いところと低いところで各国とも前向きな取組みが行なわれており、とくにこの成果は土壌浸食や土壌の劣化防止に見出され、下流域への影響を軽減させている。また南米でも畜産が盛んなため、*Silvo-pastoral* や高地での土地保全を含めたアグロフォレストリーの開発が行われねばならない状況下にある。